

DFU

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Patent Application of

MADAUS et al.

Serial No. 10/070,346

Filed: June 21, 2002



Atty. Ref.: 4750-13

TC/A.U.: 3731

Examiner: Glenn K. Dawson

For: DEVICE FOR DETECTING THE RESPIRATORY ACTIVITY
OF A PERSON

* * * * *

November 30, 2005

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENTS

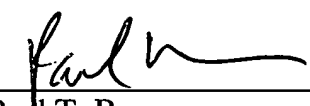
It is respectfully requested that this application be given the benefit of the foreign filing date under the provisions of 35 U.S.C. §119 of the following, a certified copy of which is submitted herewith:

<u>Application No.</u>	<u>Country of Origin</u>	<u>Filed</u>
100 31 079.6	Germany	June 30, 2000

Respectfully submitted,

NIXON & VANDERHYE P.C.

By: _____


Paul T. Bowen
Reg. No. 38,009

PTB:jck
901 North Glebe Road, 11th Floor
Arlington, VA 22203-1808
Telephone: (703) 816-4000
Facsimile: (703) 816-4100

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



BEST AVAILABLE COPY

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen:

100 31 079.6

Anmeldetag:

30. Juni 2000

Anmelder/Inhaber:

MAP Medizin-Technologie GmbH, 82152 Planegg/DE

Erstanmelder: MAP Medizintechnik für Arzt und Patient GmbH & Co. KG, 82152 Planegg/DE

Bezeichnung:

Vorrichtung zur Erfassung der Atmungstätigkeit einer Person sowie Vorrichtung zur Vorgabe physikalischer Parameter bei der Zufuhr eines Atemgases

IPC:

A 61 M 16/00

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 2. September 2005
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag



Vorrichtung zur Erfassung der Atmungstätigkeit einer Person sowie Vorrichtung zur Vorgabe physikalischer Parameter bei der Zufuhr eines Atemgases

10

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung der Atmungstätigkeit einer Person sowie zur Steuerung des zeitlichen Verlaufes des Druckes von Atemgas insbesondere nach Maßgabe physikalischer Parameter, die dem momentanen physiologischen Zustand der atmenden Person Rechnung tragen. Die Erfindung findet insbesondere Anwendung im Bereich der Schlafmedizin zur Behandlung schlafbezogener Atmungsstörungen mittels einer Überdruckbeatmung (CPAP-Therapie).

20

Auf Grundlage einer CPAP-Therapie ist es möglich, schlafbezogenen Atmungsstörungen auf physiologisch gut verträgliche Weise vorzubeugen.

25

Aufgrund der Zufuhr des Atemgases unter einem gegenüber dem Umgebungsdruck definiert angehobenen Druckniveau wird es möglich, eine pneumatische Schienung der oberen Atemwege zu erreichen, wodurch auf wirkungsvolle Weise etwaigen Obstruktionen in diesem Bereich vorgebeugt werden kann oder zumindest im Rahmen einer vorübergehenden Verengung der Atemwege eine ausreichende Sauerstoffversorgung des Patienten sichergestellt ist. Im Hinblick auf eine möglichst hohe physiologische Verträglichkeit wird allgemein ein möglichst niedriges Beatmungsdruckniveau, bei welchem eine ausreichende pneumatische Schienung der oberen Atemwege gewährleistet ist, angestrebt. Es hat sich gezeigt, daß dieser Druckpegel bei bestimmten Patienten erheblichen Schwankungen unterliegt. Um diesen Schwankungen des erforderlichen Therapiedruckes Rechnung zu tragen, sind Versuche mit sogenannten Auto-CPAP-Geräten unter-

30

nommen worden, die beispielsweise beim Auftreten von Schnarchgeräuschen selbsttätig eine vorübergehende Erhöhung des Therapiedrucks vornehmen. Es sind auch CPAP-Geräte bekannt, bei welchen der zeitliche Verlauf des Atemgasstromes erfaßt wird und auf etwaige Anzeichen für eine Atemwegsobstruktion analysiert wird. Falls Anzeichen für eine Atemwegsobstruktion vorliegen, wird ebenfalls eine vorübergehende Anhebung des Therapiedruckes veranlaßt.

Es sind auch Auto-CPAP-Geräte bekannt, bei welchen der momentane physiologische Zustand des Patienten dadurch bestimmt wird, daß auf das, über eine Atemgasleitung dem Patienten zugeführte Atemgas definierte Druckimpulse aufgebracht werden, wobei beispielsweise auf Grundlage einer hiermit einhergehenden Impedanzmessung Schlüsse auf den momentanen Obstruktionsgrad gezogen werden können.

Aus EP 0 612 257 B1 ist ein System zur Erzeugung eines kontinuierlichen, positiven Atemwegsdrucks bekannt, bei welchem der Druckpegel des dem Patienten zugeführten Atemgases definiert verändert wird und die hiermit ggf. einhergehende Änderung des respiratorischen Luftstromprofils analysiert wird.

Hinsichtlich der bislang zur Anwendung gelangten Druck-Regelungskonzepte zur selbsttätigen, patientenbezogenen Anpassung des Beatmungsdruckes besteht das Problem, daß die hierdurch veranlaßten Änderungen des Beatmungsdruckes von den betroffenen Patienten nur beschränkt akzeptiert werden. Zudem besteht das Problem, daß die bekannten Auto-CPAP-Systeme teilweise erst auf erhebliche Atmungsstörungen reagieren.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Erfassung der Atmungstätigkeit sowie zur Vorgabe physikalischer Parameter bei der Zufuhr eines Atemgases zu einer Person zu schaffen, die eine präzisere Beurteilung des physiologischen Zustandes des Patienten ermöglicht.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß gelöst durch eine Vorrichtung zur Erfassung der Atmungstätigkeit einer Person mit wenigstens einer Einrichtung zur Bereitstellung eines hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen ersten Signales und

wenigstens einer Signalverarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung des Signales, wobei die Signalverarbeitungseinrichtung derart ausgebildet ist, daß diese auf Grundlage des für eine erste Zeitspanne erfaßten ersten Signals eine Referenzbeziehung ermittelt, und Korrelationsbeziehung zwischen der Referenzbeziehung und dem ersten Signal ermittelt und auf Grundlage einer Betrachtung wenigstens der Korrelationsbeziehung ein für die Atmungstätigkeit indikatives Ausgangssignal erzeugt.

Dadurch wird es auf vorteilhafte Weise möglich, eine extrem scharfe Klassifizierung der Atmungstätigkeit der atmenden Person vorzunehmen und hierauf basierend eine auf den physiologischen Zustand des Patienten präzise abgestimmte Abstimmung des Beatmungsdruckes physiologisch gut verträgliche Weise vorzunehmen, ohne hierbei das natürliche Schlafverhalten zu stören. Die auf der präzisen Klassifizierung bzw. Detektion der Atmungstätigkeit basierende Drucksteuerung führt zu einer deutlich verbesserten Therapieakzeptanz und ermöglicht eine vorausschauende Anpassung des Beatmungsdruckes, durch welche mit hoher Wahrscheinlichkeit dem Eintritt etwaiger Atemwegsobstruktionen vorgebeugt werden kann.

Durch den sich auf Grundlage des erfindungsgemäßen Beurteilungskonzeptes wird es auf vorteilhafte Weise möglich, sicherzustellen, daß der durch ein entsprechendes CPAP-Gerät eingestellte Atemgasdruck mit hoher Zuverlässigkeit und ohne besonderen Diagnoseaufwand patientenspezifisch festgelegt werden kann.

Durch das erfindungsgemäße Beurteilungskonzept wird es zudem möglich, von einer aktiven Änderung des Beatmungsdruckes, wie sie bislang zur Überwachung des physiologischen Zustands des Patienten erforderlich war, abzusehen und den physiologischen Zustand des Patienten mit hoher Zuverlässigkeit ohne willkürlich hervorgerufene Druckexperimente zu ermitteln.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Länge der ersten Zeitspanne zur Ermittlung der Referenzbeziehung derart bemessen, daß die sich über wenigstens zwei Atemzyklen erstreckt. Es ist möglich, die Generierung der Referenzbeziehung durch ein Kriterienfeld zu definieren. Dieses Kriterienfeld enthält vorzugsweise mehrere Einträge, durch welche festgelegt ist,

wie die Referenzbeziehung aus den erfaßten ersten und zweiten Signalen gebildet wird. Beispielsweise ist es möglich, für bestimmte Eigenschaften der Referenzbeziehung die über einen längeren Zeitraum erfaßten ersten und zweiten Signale auszuwerten, wogegen für andere Eigenschaften der Referenzbeziehung kürzere Beobachtungszeiträume gewählt sind.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist wenigstens eine Filtereinrichtung vorgesehen, zum Filtern der ersten und/oder zweiten Signale auf Grundlage eines vorbestimmten Frequenzbereiches. Hierdurch wird es möglich, bestimmte erfassungsbedingte Rauscheinflüsse weitgehend auszuschalten.

Gemäß einer weiteren besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung umfaßt die Signalverarbeitungseinrichtung wenigstens eine Glättungseinrichtung zur Glättung der Referenzbeziehung zur Anwendung vorgegebener Glättungskriterien. Diese Glättungskriterien können gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung adaptiv abgestimmt werden. Es ist auch möglich, für bestimmte Atmungszustände vorbestimmte Glättungskriterien auszuwählen, oder die Glättungskriterien auf den momentan erfaßten Atmungszustand abzustimmen.

Vorzugsweise werden auch die Parameter der Filtereinrichtung adaptiv abgestimmt. Das Adaptionverhalten kann vorzugsweise durch Eingabe entsprechender Parameter festgelegt werden.

Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist wenigstens eine der genannten Glättungseinrichtungen derart ausgebildet, daß diese eine Glättung auf Grundlage statistischer Verfahren vornimmt.

Die Erzeugung der hinsichtlich der Atmungsaktivität indikativen Ausgangssignale durch die Signalverarbeitungseinrichtung erfolgt gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auf Grundlage einer Schwellwertbetrachtung. Hierzu ist vorzugsweise in die Signalverarbeitungseinrichtung eine Schwellwertbetrachtungseinrichtung integriert, die entsprechende Schwellwertkriterien, insbesondere Nulldurchgänge abarbeitet. Die Signalverarbeitungseinrichtung um-

faßt insbesondere bei dieser Ausführungsform vorzugsweise eine Zähleinrichtung zum Zählen der Erfüllung vorbestimmter Kriterien innerhalb vorbestimmter Zeitspannen. Die Zeitspannen können ggf. auf den momentanen Atmungszustand variabel abgestimmt werden.

5

Die Erfassung der hinsichtlich des Atemgasdruckes indikativen Parameter kann beispielsweise über einen Drucksensor erfolgen, der in ein entsprechendes CPAP-Gerät integriert ist und beispielsweise über eine Meßschlauchleitung den statischen Druck im Bereich einer am Patienten applizierten Atemmaske erfaßt.

10 Die hinsichtlich des Atemgasstromes indikativen zweiten Signale können beispielsweise über eine Meßblendenanordnung ermittelt werden, die in einem Atemgasversorgungsweg eingesetzt ist.

15 Durch die erfindungsgemäß vorgeschlagene Vorrichtung, bzw. auf Grundlage des durch diese Vorrichtung apparativ verwirklichten Analyseverfahrens wird eine robuste Detektion der einzelnen Atemzüge der atmenden Person möglich. Vorteilhafterweise kann der Übergang aus der Inspirationsphase in die Expirationsphase über ein ausgeprägte Flanke vollzogen werden, auf deren Grundlage eine sichere Erkennung einzelner Atemzüge ermöglicht wird. In vorteilhafter Weise kann die
20 erste zeitliche Ableitung der Atemgasflußkurve geschätzt werden. Die lokalen Extrema der geschätzten ersten Ableitung entsprechen der maximalen Steigung des Atemflusses beim Übergang zwischen Inspiration und Expiration. Von der Inspiration aus wird der Anfang der Inspiration gesucht, indem eine Suche der vorhergehenden Extrema aus der geschätzten zweiten Ableitung erfolgt. Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.
25

Weitere Einzelheiten und Merkmale ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung in Verbindung mit der Zeichnung. Es zeigen:

30 **Fig. 1:** Oben: Datenausschnitt aus der Flußkurve eines Patienten in NREM 2.
Mitte: Die hohe vertikale Linie markiert das Ende der Inspiration, die niedrige vertikale Linie markiert den Beginn der Inspiration.

Unten: Erste Ableitung der Flußkurve anhand der das Ende und der Anfang der Inspiration detektiert werden.

Fig. 2:

Oben: Datenausschnitt aus der Flußkurve eines Patienten im NREM 2.

Mitte: Der letzte Atemzyklus aus der oberen Datenreihe wurde als Atemflußmuster ausgewählt.

Unten: Korrelation zwischen dem Datenstück oben und dem Atemflußmuster in der Mitte.

Fig. 3:

Oben: Datenausschnitt aus der Flußkurve eines Patienten im NREM 2.

Unten: Mittlere Abweichung der Korrelationsmaxima von 1.

Fig. 4:

Oben: Datenausschnitt aus der Flußkurve eines Patienten im REM.

Unten: Mittlere Abweichung der Korrelationsmaxima von 1.

Fig. 5:

Oben: Datenausschnitt aus der Flußkurve eines Patienten.

Mitte: Zugehörige CPAP-Druckkurve.

Unten: Varianz des CPAP-Signals pro Atemzug.

In Fig. 1 sind oben 50 Sekunden der Flußkurve eines Patienten im Schlafstadium NREM 2 dargestellt. Die untere Kurve zeigt die geschätzte erste Ableitung der Flußkurve. Zwischen den beiden Kurven sind die hierbei automatisch detektierten Zeitpunkte durch vertikale Linien markiert.

Stabile Atmung/unstabile Atmung zur Unterscheidung zwischen stabiler und nichtstabiler Atmung wird ein Maß für die Ähnlichkeit mehrerer aufeinanderfolgender Atemzyklen betrachtet. Als Maß für die Ähnlichkeit eignet sich hierfür die Höhe einer Kreuzkorrelationsfunktion des aktuellen Atemzyklus mit den vorhergehenden Atemzyklen.

In Fig. 2 ist oben beispielhaft ein 50-Sekunden-Ausschnitt aus einer Atemflußkurve eines Patienten im NREM 2 dargestellt. In der Mitte ist ein ausgewählter Atemzug abgebildet. In der unteren Kurve ist die Korrelation zwischen der Datenreihe oben und dem einzelnen Atemmuster gezeigt. Die Korrelationskurve hat Werte zwischen 1 und -1 , wobei die Korrelation gleich 1 wird, wenn die beiden Atemzüge genau aufeinander passen und gleich -1 werden, wenn die Kurven negativ miteinander korreliert sind, d.h., wenn eine Spitze im Atemmuster genau mit einem Tal im betrachteten Datenstück übereinstimmt.

10 Anhand der Korrelationskurve ist erkennbar, ob 1. die Atmung regelmäßig ist, und ob, 2. Atemzüge ganz fehlen. Wenn die aufeinanderfolgenden Atemmuster ähnlich sind, dann hat die Korrelationskurve einen periodischen Verlauf mit lokalen Maxima nahe bei 1 und lokalen Minima nahe bei -1 .

15 In der in Fig. 2 dargestellten Korrelationskurve wird hierbei an jedem lokalen Maximum die Differenz zu 1 berechnet und über alle so erhaltenen Werte gemittelt. Dieser zwischen 0 und 1 liegende Mittelwert kann als Maß dafür verwendet werden, wie gut das Atemmuster mit den vergangenen Atemzyklen übereinstimmt.

20 In Fig. 3 ist oben die Atemflußkurve eines Patienten im NREM 2-Schlaf zu sehen. In der Datenreihe unten ist die mittlere Abweichung der Korrelationsmaxima von 1 dargestellt.

25 Fig. 4 entspricht im Grunde Fig. 3, jedoch stammt die Flußkurve hier aus dem REM-Schlafstadium. Der Vergleich der mittleren Korrelationsmaxima nach Fig. 3 und Fig. 4 zeigt, daß die mittlere Differenz der Korrelationsmaxima zu 1 im REM-Schlafstadium deutlich größer ist.

Die nachfolgende Tabelle zeigt, welche Gruppe von Atemzuständen sich mit dem
30 vorangehend beschriebenen Ähnlichkeitsmaß unterscheiden lassen.

Stabile Atmung	Nichtstabile Atmung
Normalatmung in Ruhe	Irreguläre Atmung im REM
Atmung mit Schnarchen	Obstruktive Apnoe
Mundatmung	Wachatmung
Periodische Atmung mit Flußlimitation	Cheyne Stoke'sche Atmung
Gedämpftes Atemflußsignal	

Detektion von Schnarchen

Die Detektion von Schnarchen kann gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung auf Grundlage der Varianz des CPAP-Druckes in einem Atemzug ermittelt werden. In Abbildung 5 ist oben ein Ausschnitt aus einem Atemflußsignal dargestellt, darunter ist der zugehörige CPAP-Druck abgebildet. In der darunterliegenden Kurve ist die Varianz des CPAP-Druckes pro Atemdruck zu sehen. Die Varianz nimmt deutlich zu, wenn das CPAP-Signal durch Schnarchen des Patienten verändert wird.

Weitere Unterscheidungsparameter

Auf Grundlage des erfindungsgemäßen Konzeptes zuverlässig detektierten Anfangs und Endes der Inspiration können weitere wichtige Merkmale für die Unterscheidung von Atemzuständen gewonnen werden. Besonders vorteilhaft auswertbare Angaben sind hierbei die Inspirationszeit, die Expirationszeit, der maximale Fluß während der Inspiration, der maximale Fluß während der Expiration, das Inspirationsvolumen und das Expirationsvolumen.

Mundatmung

Artefakte durch Mundatmung können in besonders vorteilhafter Weise zuverlässig erfaßt werden, da in diesem Falle eine negative Korrelation existiert.

5

Obstruktive Apnoen können dadurch erfaßt werden, daß bestimmte Korrelationspeaks deutlich abgeschwächt sind, oder im Regelfall vollständig fehlen.

10 Flußlimitierte Atmung

Sofern die Inspiration flußlimitiert ist, kann auf Grundlage des der Erfindung zugrundeliegenden Konzeptes die flußlimitierte Atmung anhand des Inspirationsvolumens oder auch anhand der relativen Änderung des maximalen Inspirationsflusses erkannt werden. Wenn man den ungefähren Anfangs- und Endzeitpunkt der Inspiration kennt, kann man den Zeitpunkt der maximalen Inspiration bestimmen. Wenn dieser Zeitpunkt in der ersten Hälfte der Inspiration liegt, kann mit hoher statistischer Wahrscheinlichkeit auf eine flußlimitierte Inspiration geschlossen werden und eine entsprechende Korrektur des Beatmungsdruckes veranlaßt werden.

20

Cheyne Stoke'sche Atmung

Charakteristisch für die Cheyne Stoke'sche Atmung ist der periodische Verlauf der Atmung, der sich in einem periodischen Verlauf des Inspirationsvolumens wieder spiegelt und sich hiermit von den anderen nichtstabilen Atemmustern unterscheiden läßt.

25

Kontrolle der detektierten Atemzüge

30

Die Korrelationskurve kann in besonders vorteilhafter Weise zur Kontrolle der Detektion der Zeitpunkte des Inspirationsbeginns und -endes verwendet werden,

da ein lokales Maxima in der Korrelationskurve ein mit hoher statistischer Sicherheit aussagefähiges Merkmal für einen Atemzug darstellt.

- 5 Auf Grundlage des der erfindungsgemäßen Vorrichtung zugrundeliegenden Analysekonzeptes wird es möglich, mit hoher statistischer Wahrscheinlichkeit einzelne Atemzüge zu erkennen und weitreichende Rückschlüsse auf den momentanen Zustand des Patienten zu ziehen. Durch die so gewonnenen Informationen wird es möglich, den Therapiedruck vorausschauend und unter vergleichsweise geringen Änderungsgradienten auf die physiologischen Bedürfnisse des Patienten abzu-
- 10 stimmen. Hierdurch wird eine besonders hohe Therapieakzeptanz erreicht.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zur Erfassung der Atmungstätigkeit einer Person mit wenigstens einer ersten Einrichtung zur Bereitstellung eines hinsichtlich eines Atemgasstromes v. indikativen ersten Signales;

wenigstens einer Signalverarbeitungseinrichtung zur Verarbeitung des ersten und zweiten Signals;

wobei die Signalverarbeitungseinrichtung derart ausgebildet ist, daß diese auf Grundlage des über eine erste Zeitspanne erfaßten ersten Signales eine Referenzbeziehung ermittelt und

eine Korrelationsbeziehung zwischen der Referenzbeziehung und den ersten und/oder zweiten Signalen ermittelt und

auf Grundlage einer Betrachtung wenigstens der Korrelationsbeziehung eine für die Atmungstätigkeit oder den physiologischen Zustand der atmenden Person, indikatives Ausgangssignal erzeugt.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Länge der ersten Zeitspanne derart bemessen ist, daß sich diese über wenigstens zwei Atemzyklen erstreckt.

3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine zweite Einrichtung vorgesehen ist zur Bereitstellung eines hinsichtlich des dynamischen und/oder statischen Atemgasdruckes indikativen zweiten Signales.

4. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 3, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine Filtereinrichtung vorgesehen ist, zur Filterung der ersten und/oder zweiten Signale.

5. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 4 dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinrichtung eine Glättungseinrichtung umfaßt, zur Glättung der Referenzbeziehung unter Anwendung ausgewählter Glättungskriterien.

6. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Glättungskriterien adaptiv verändert werden.

5

7. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinrichtung eine Glättungseinrichtung umfaßt zur Glättung der Korrelationsbeziehung.

10 8. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 7, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens eine der genannten Glättungseinrichtungen derart ausgebildet ist, daß diese eine Glättung auf Grundlage statistischer Prinzipien vornimmt.

15 9. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinrichtung eine Schwellwertbetrachtungseinrichtung umfaßt, zur Auswertung der Korrelationsbeziehung hinsichtlich Schwellwertkriterien, insbesondere Nulldurchgänge.

20 10. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 9, dadurch gekennzeichnet, daß die Signalverarbeitungseinrichtung eine Zähleinrichtung umfaßt, zum Zählen der Erfüllung vorbestimmter Kriterien innerhalb einer vorbestimmten Zeitspanne.

25 11. Vorrichtung nach wenigstens einem der Ansprüche 1 – 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Filter- und/oder Glättungsparameter adaptiv angepaßt werden.

30 12. Vorrichtung zur Zufuhr eines Atemgases zu einem Patienten unter Überdruck mit einer Fördereinrichtung zur Förderung des Atemgases und einer Erfassungseinrichtung zur Erfassung wenigstens des Atemgasdruckes und/oder des Atemgasstromes gekennzeichnet durch eine Signalverarbeitungseinrichtung, die auf Grundlage der erfaßten Signale eine Referenzbeziehung erzeugt und auf

Grundlage einer Korrelation zwischen der Referenzbeziehung und aktuellen Atemmustern den Beatmungsdruck festlegt.

13. Verfahren zur Steuerung des Atemgasdruckes bei der Durchführung einer CPAP-Therapie, bei welchem hinsichtlich des Atemgasdruckes indikative Signale und hinsichtlich des Atemgasflusses indikative Signale erfaßt werden und auf Grundlage der zeitlichen Dynamik der Meßgrößen Druck- und Atemgasfluß das Vorhandensein einer Flußlimitierung und/oder der Grad einer Flußlimitierung erfaßt und der Beatmungsdruck entsprechend gesteuert werden.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, daß der Zeitpunkt des Inspirations- und/oder des Expirationsbeginnes anhand der Steilheit des Flankenabfalls im Atemgasfluß unter Anwendung statistischer Glättungsmethoden detektiert wird und signifikante Veränderungen der Abstände zwischen den Inspirations- bzw. Expirationsenden bei mehreren zeitlich abfolgenden Atemzügen bestimmt werden.

15. Verfahren nach Anspruch 13 oder 14, dadurch gekennzeichnet, daß Unregelmäßigkeiten im Atemgasfluß durch Vergleichen des aktuellen Atemzuges mit zeitlich vorangegangenen Atemzügen unter Anwendung statistischer Abhängigkeitsmaße detektiert werden.

16. Verfahren nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß als Abhängigkeitsmaße Korrelationskoeffizienten und/oder Mutualinformationen detektiert werden.

17. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 – 16, dadurch gekennzeichnet, daß eine Korrelationsbeziehung zwischen einer Referenzfunktion mit einem aktuellen Atemgasstrom erzeugt wird und bei zu geringer statistischer Abhängigkeit zwischen dem aktuellen Atemzug und den zeitlich vorausgegangenen Atemzügen der Beatmungsdruck entsprechend gesteuert wird.

18. Verfahren nach wenigstens einem der Ansprüche 13 – 17, dadurch gekennzeichnet, daß Gruppen von Atemzügen mittels affiner Transformationen

standardisiert werden und die mittlere Krümmung des standardisierten Atemzuges zur Detektion etwaiger Flußlimitationen herangezogen wird.

19. Verfahren zur Steuerung des Atemgaszufuhrdruckes bei der Durchführung einer CPAP-Therapie, bei welchem die Schlafposition des Patienten, insbesondere die Kopfposition, und/oder die Torsoposition, oder Halsverdrehungsgrad erfaßt werden und der Beatmungssolldruck und/oder das Druckregelverhalten der Zufuhr des Atemgases in Abhängigkeit von diesen Informationen festgelegt werden.

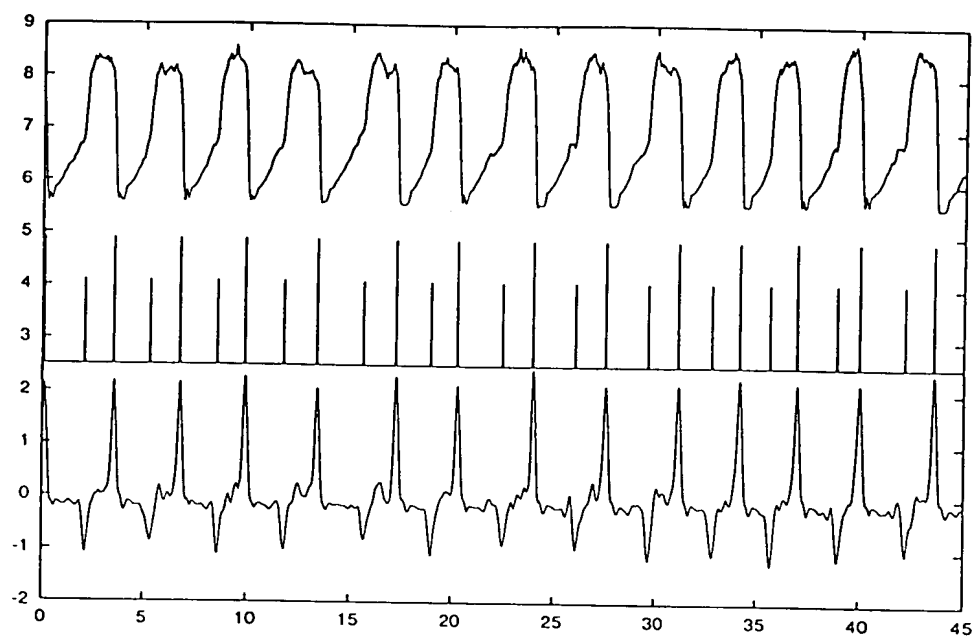


FIG. 1

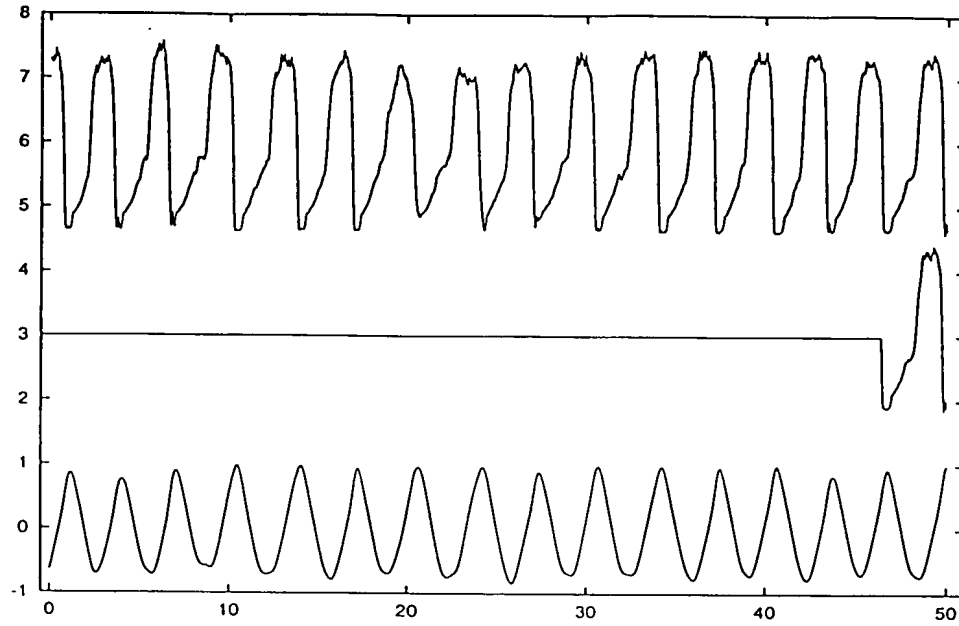


FIG. 2

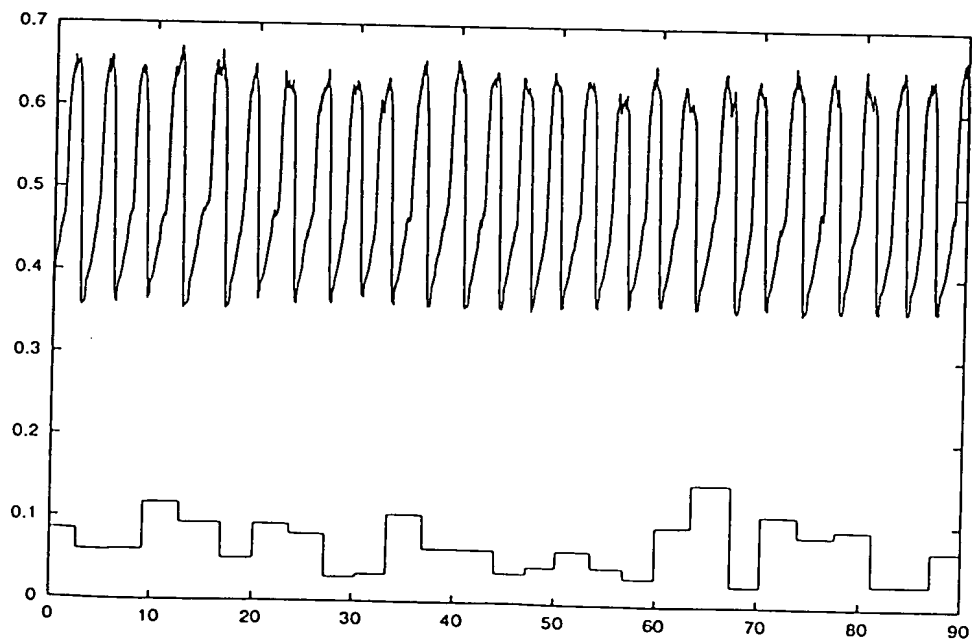


FIG. 3

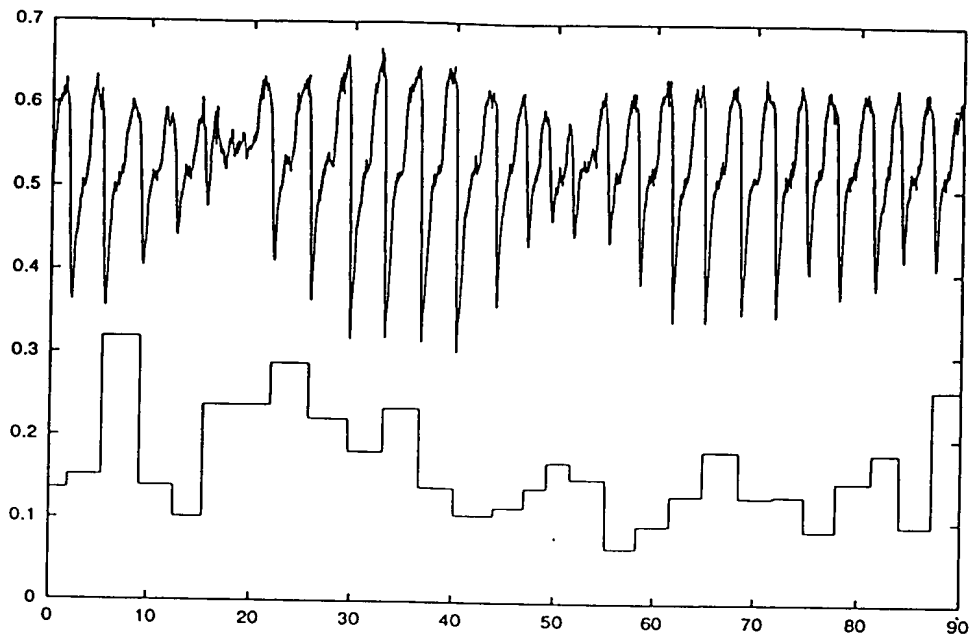


FIG. 4

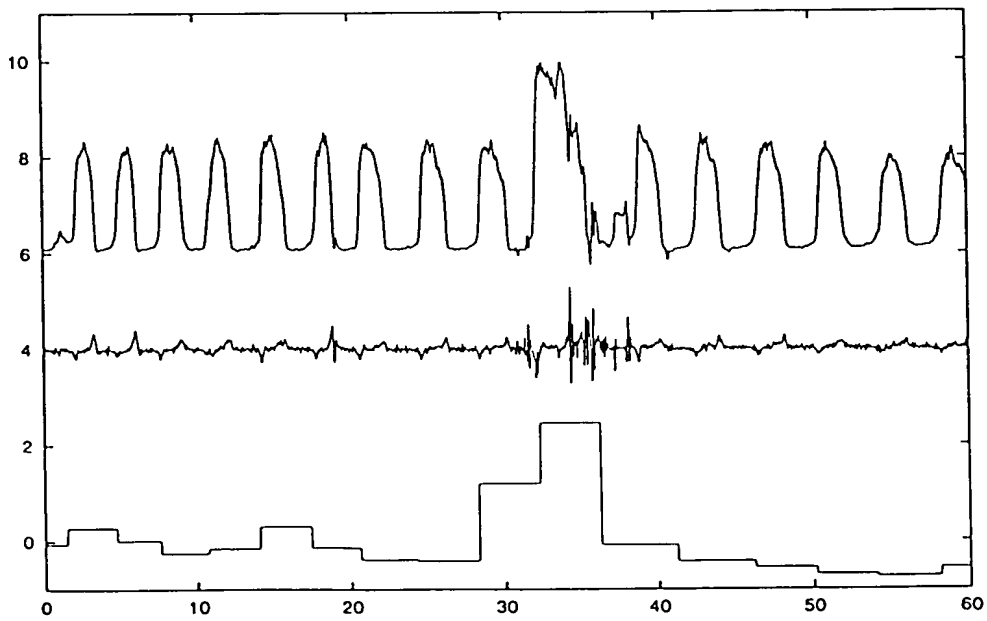


FIG. 5